

# 1人1台端末を活用した中学校理科授業の工夫

—— 探究の過程を充実させるG・T・R・Sツールとしての活用を通して ——

長期研修員 奈良 達也

## 《研究の概要》

文部科学省のGIGAスクール構想に合わせ、本県でも今年度内の1人1台の端末整備実現が目指されている。また、中学校学習指導要領（平成29年3月公示）では情報活用能力が学習の基盤となる資質・能力と位置付けられ、ICTを日常的に活用することが求められている。そこで、中学校理科の授業における探究の過程をより充実したものにするため、観察、実験と併せて1人1台端末を活用する方法を研究した。ガイダンスツール(G)、シンキングツール(T)、レコーディングツール(R)、シェアリングツール(S)という四つの活用方法に類型化し、必要な教材を開発して授業実践を行い、その効果と課題を明らかにした。

**キーワード** 【理科ー中 1人1台端末 GIGAスクール構想 探究の過程】

群馬県総合教育センター

分類記号：G04-03 令和2年度 273集

## I 主題設定の理由

文部科学省のGIGAスクール構想では「これまでの我が国の教育実践と最先端のベストミックスを図ることにより、教師・児童生徒の力を最大限に引き出す」とされており、令和5年度までに児童生徒1人1台の端末整備を行う計画であったが、令和2年4月、新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、整備の前倒しが支援されることとなった。本県でも全ての市町村で年度内の1人1台の整備実現を目指すことになり、学校におけるICT環境は大きな変化を迎える。中学校学習指導要領（平成29年3月公示）で学習の基盤となる資質・能力に位置付けられた情報活用能力を育成するには、指導上の工夫とICTを日常的に活用する環境が必要とされ、本年度の県の学校教育の指針にも発達段階に応じてICTを活用した指導を行っていくことが盛り込まれている。これまでの授業におけるICT活用は、教師が大型提示装置等で画像や動画を提示したり、実物を拡大投影したりすることが多かった。こうした使い方は児童生徒にとって分かりやすく、教師の負担軽減や授業の効率化等のメリットもあり今後も有効なICT活用例であることは間違いない。しかし、GIGAスクール構想が示す新しいICT活用では、児童生徒が当たり前で端末を活用することになり、「どう活用すればよいのか」という教師の戸惑いの声も少なくない。

令和2年9月に文部科学省から公開された「理科の指導におけるICTの活用について」では、理科の指導においてICTを活用する際のポイントや授業における活用例が示された。理科は自然の事物・現象に直接接触し、観察、実験を行うことが基本であり、ICTは「観察、実験の代替」としてではなく、学習の一層の充実を図るための有効な道具として位置付け、活用する場面を適切に選択し、教師の丁寧な指導の基で効果的に活用することが重要であると指摘されている。その上で理科の特質に応じたICT活用の例として、観察、実験のデータ処理やグラフ作成、ビデオカメラとコンピュータの組合せ、センサを用いた計測、観測しにくい現象のシミュレーション、情報の検索、そして情報の交換や説明の手段としての活用などが挙げられた。他にも、観察、実験の様子を録画して端末に蓄積すること、レポートやプレゼン資料を作成することなどの具体例が紹介された。しかし、今回示されたのはICT活用例の一部であり、活用方法の研究例はまだ少なく、今後一層の研究が進められていく分野であると考えられる。

学習指導要領では資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージが示され、はばたく群馬の指導プランⅡ(2019)においても、問題を見いだすところから予想・仮説を確かめるための観察、実験を行い、結果を基にして考察・結論に至るといった探究の過程をベースにした授業づくりが提案されている。この探究の過程における各場面には、それぞれ効果的、効率的なICTの活用方法があると考えられる。例えば、実験の準備をする際に教師の一斉指導のかわりに端末を使って必要な情報を選んで得ることができれば、生徒はより主体的に学ぶようになり、教師はきめ細かく支援に当たることができる。課題について予想し仮説を立てる場面では、自然の事物・現象について「理科の見方・考え方」を働かせることが重要であるが、立体的な構造や物の動き、粒子のモデルの考え方など言葉よりも直感的に理解させやすい図や動画を使えば、その場面で働かせたい見方・考え方で事象を捉えさせることができる。こうした様々な活用方法を研究し洗練してその有効性を証明することができれば、中学校理科の探究の過程をより充実したものとするができるだろう。このことは学習指導要領が求める主体的・対話的で深い学びの実現につながるるとともに、生徒の情報活用能力を高められると考え、本主題を設定した。

## II 研究のねらい

理科の探究の過程の中で観察、実験と併せて効果的に生徒に1人1台端末を活用させて授業を進める四つの方法を提案し、探究の過程の充実につなげられることを明らかにする。

## III 研究仮説（見通し）

- 1 生徒が端末を使って探究を見通したり、予想のためのヒントや実験の注意点を確認したりできるようにすることで、教師による一斉指導の時間を減らし、生徒がそれぞれの学習ペースに合わせて

自分から学ぶ姿勢を引き出すことにつながるであろう（ガイダンスツール【指導媒体】）。

- 2 目に見えない小さいものや時間・空間的に実験室に収まらないものを扱う際、端末を使って動画や3Dモデルなどから捉えられるようにすることによって、理科の見方・考え方を働かせて思考することにつながるであろう（シンキングツール【思考媒体】）。
- 3 観察、実験の際に端末を使って静止画、動画として記録しておき、必要に応じて振り返れるようにすることで、観察、実験の結果を生徒にとって見やすく捉えやすいものにするとともに、結果を基に話し合う活動を活性化することにつながるであろう（レコーディングツール【記録媒体】）。
- 4 観察や実験の結果を端末を活用して共有することで、考えをまとめやすくするとともに授業時間を有効に使うことなどにもつながるであろう（シェアリングツール【共有媒体】）。

## IV 研究の内容

### 1 基本的な考え方

本研究は、中学校理科の探究の過程の中で、観察、実験と併せて効果的に生徒に1人1台端末を活用させて授業を進める方法を提案し、探究の過程の充実につなげられることを明らかにすることを目標としており、授業の中で生徒に端末を活用させる例を、その方法やねらいに応じて名称を付けて四つのパターンに分類した。それがガイダンスツール【指導媒体】、シンキングツール【思考媒体】、レコーディングツール【記録媒体】、シェアリングツール【共有媒体】である。それぞれの活用方法を研究して授業実践を行い、効果や課題を検証して示すことで探究の過程の充実につなげられることを明らかにしていきたいと考える。

### 2 手立ての説明（概要）

#### (1) ガイダンスツール【指導媒体】としての活用…**G**

生徒が端末を使って各自のペースで探究のヒントや観察、実験の注意点を確認できるようにする活用方法である。リンクを貼ったデジタル教材を使ったり、ワークシートに二次元バーコードを配したりすることで、生徒は自ら情報を得ることができる。教師による一斉指導の時間を減らし、生徒の自ら学ぶ姿勢を引き出すことができると考えられる。

#### (2) シンキングツール【思考媒体】としての活用…**T**

動画やアプリケーションなどを用い、考えを引き出す道具として端末を活用する方法である。例えば、物質を粒子のモデルで考える際にどうしても言葉では伝えられないイメージについて端末を介して動き（アニメーション）として伝達することで「質的・実体的な視点」を共有することができる。地球の動きと天体との位置関係の変化を考える際には、端末を介して図や動き（アニメーション）として伝達することで、時間的経過や空間的移動に伴った変化が分かりやすくなり「時間的・空間的な視点」を共有することにつながる。こうした活用方法は、理科の見方・考え方を働かせることに有効であると考えられる。

#### (3) レコーディングツール【記録媒体】としての活用…**R**

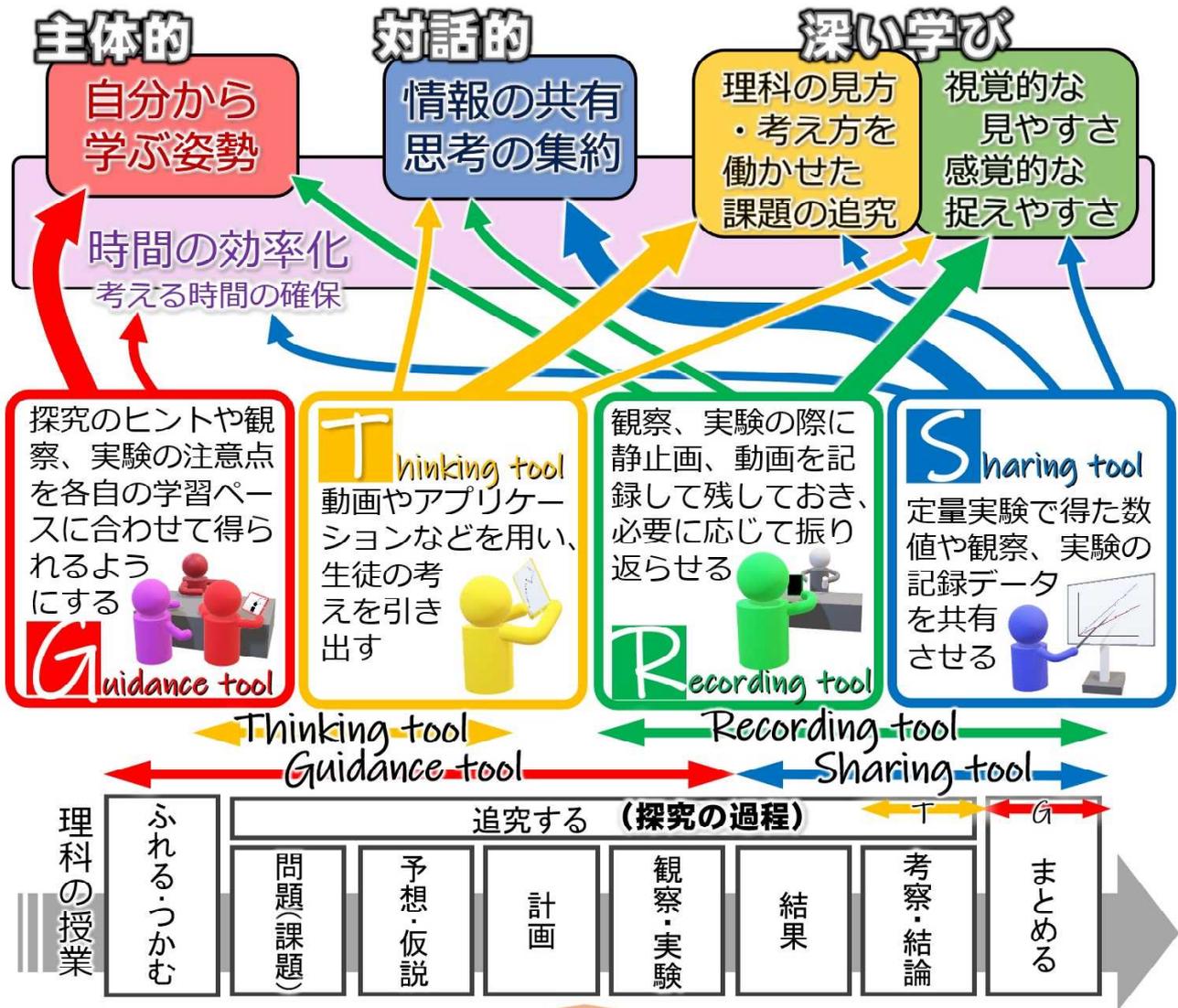
観察、実験の際に静止画、動画を記録して残しておき、いつでも振り返ることができるようにする活用方法である。一度しかない瞬間も、端末に記録することで自由に振り返れるだけでなく必要に応じて拡大したり、再生速度を変えたりすることができ視覚的な見やすさ、感覚的な捉えやすさにつながると考えられる。結果を分析して解釈したり、新たな問題を見いだしたりする場面での活用も有効であろう。記録したものを学級全体でデータ共有したり大型提示装置に投影したりすることも考えられ、後述のシェアリングツール【共有媒体】としての活用につなぐことができる。

(4) シェアリングツール【共有媒体】としての活用…**S**

定量実験で得た数値を集計して学級全体で観察、実験の結果を共有する活用方法である。学級全体で観察、実験の結果を瞬間的に共有できるので、妥当性の検討や規則性の見だしをよりスムーズに行うことができる。また、観察、実験の中で記録した画像や各自の意見等を学級全体で共有する場合もシェアリングツール【共有媒体】としての活用として分類している。理想的な観察、実験の結果を全体で共有することは実感を伴った理解につながると考えられる。

※ 以降、それぞれの活用場面を**G**、**T**、**R**、**S**で示す。

3 研究構想図



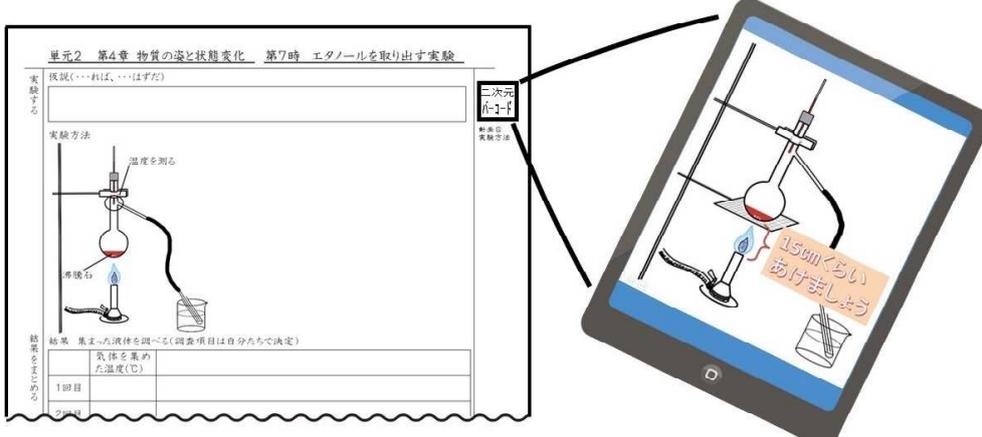
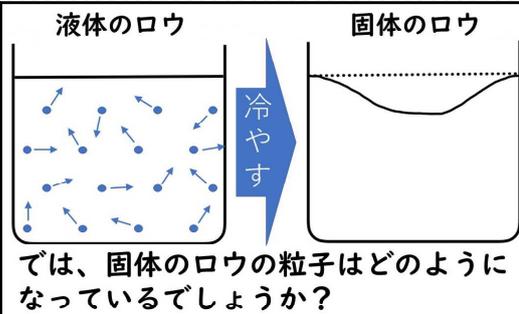
そこで 端末の四つの活用方法を提案し、探究の過程を充実させる

<p><b>求められる理科授業</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 探究の過程をベースにした授業づくり</li> <li>○ 主体的・対話的で深い学びの実現</li> </ul>	<p><b>国の動向 文部科学省GIGAスクール構想</b> 1人1台端末&amp;高速通信ネットワークの整備</p> <p>これまでの教育実践の蓄積 × ICT = 学習活動の一層の充実 主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善</p>
<p><b>県の動向 (令和2年度 学校教育の指針)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 情報活用能力の育成</li> <li>○ 教育の情報化への対応</li> </ul>	<p><b>先生方の声</b> 「1人1台の端末が導入されるけれど、どう使ったらよいのだろう」</p>

V 研究の計画と方法

1 実践の概要

(1) 授業実践①

対 象	研究協力校 第1学年 23名
実践期間	令和2年10月5日～10月16日 8時間
単元名	単元2 身のまわりの物質 第4章 物質の姿と状態変化
手立 て	<p>ガイダンスツール【指導媒体】としての活用 <b>G</b></p> <p>実験器具の設置方法やガスバーナーの使い方など実験を行う際の注意点やグラフのかき方などの技能面のレクチャーを目的とした動画をいつでも各自が再生できるようにしておく（図1）。</p>  <p>図1 ワークシートから読み取る動画のイメージ</p> <p>シンキングツール【思考媒体】としての活用 <b>T</b></p> <p>状態変化をモデルで表す際に、端末に表示されたアニメーションを基に仮説を立てる（図2）。赤ワインからエタノールを取り出す方法を考える際にアニメーションで粒子のモデルをイメージさせる。</p>  <p>図2 ワークシートの記述欄のイメージ</p> <p>レコーディングツール【記録媒体】としての活用 <b>R</b></p> <p>液体が沸騰する様子をズームアップして撮影したり、ロウが液体から固体に状態変化する様子を早送り動画で撮影したりして、変化の様子を視覚的に捉えるとともに、後から振り返れるようにする。</p> <p>シェアリングツール【共有媒体】としての活用 <b>S</b></p> <p>物質を加熱した際の温度変化を測定し、googleスプレッドシートに入力して学級で同時にデータ集約する。入力と同時に表示されるグラフを確認する。</p>

(2) 授業実践②

対 象	研究協力校 第3学年 24名
実践期間	令和2年12月17日、12月22日 2時間
単元名	単元4 地球と宇宙 第2章 地球の運動と天体の動き

手立て

ガイダンスツール【指導媒体】としての活用 **G**

太陽の観測方法を各自が動画を使って学べるようにする。既習事項の確認や練習問題の答え合わせなどを動画を使って各自のペースで行えるようにする(図3)。

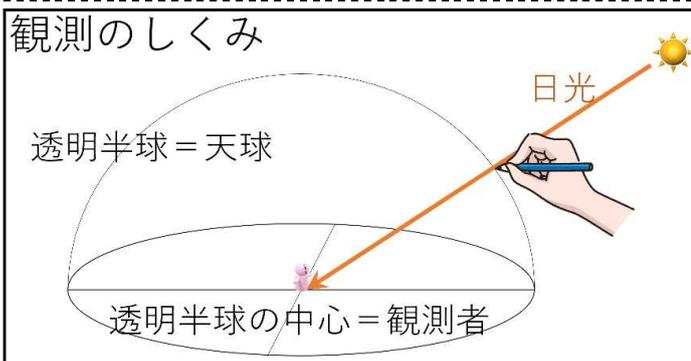


図3 観測方法のヒント動画のイメージ

シンキングツール【思考媒体】としての活用 **T**

アプリケーションを利用して天体の日周運動を再現したり、3Dモデルを使った動画をヒントにしたりして、自身の考えをもつ(仮説を立てる)際に活用する。

レコーディングツール【記録媒体】としての活用 **R**

太陽の動きを早送り動画で撮影して日周運動の様子を確認する。

シェアリングツール【共有媒体】としての活用 **S**

自分の考えや班の考えを紹介する際に、資料として個人のタブレット端末の画面を大型モニターに投影して活用する。

## 2 検証計画

検証項目	検証の観点	検証方法
見通し1 ガイダンスツール <b>G</b> 【指導媒体】	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒が端末を活用し、自分の学習ペースに合わせて必要な動画を再生してヒントを得て、正しく実験を行うことができていたか。</li> <li>生徒に自ら学ぶ姿勢が見られたか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>行動観察</li> <li>授業の振り返り(授業者・生徒)</li> </ul>
見通し2 シンキングツール <b>T</b> 【思考媒体】	<ul style="list-style-type: none"> <li>「物質の姿と状態変化」では、目に見えないほど小さなものをモデルで表すなどの質的・実体的な視点に立つことができたか。</li> <li>「地球の運動と天体の動き」では、時間の経過や空間的な移動に伴った変化に着目するなど時間的・空間的な視点に立つことができたか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>行動観察</li> <li>ワークシートにおける記述分析を中心に、授業時に行う評価を基に検証・行動観察</li> </ul>
見通し3 レコーディングツール <b>R</b> 【記録媒体】	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察、実験の際、生徒たちが協働して撮影することができたか。</li> <li>実験の様子を早送りの動画で撮影したり、端末で拡大表示したりすることで、より大きな実感を得ることにつながったか。</li> <li>探究の過程を振り返る際に、自分たちが撮影した静止画、動画を活用できたか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>学級全体をビデオ録画しておく</li> <li>授業の振り返り(生徒)</li> </ul>
見通し4 シェアリングツール <b>S</b> 【共有媒体】	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察、実験結果を素早く共有し、妥当性の検討や規則性の見だしをよりスムーズに行うことができていたか。</li> <li>端末を発表の道具として活用することで、理解を深めることにつながっていたか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>授業の様子を検証</li> <li>授業の振り返り(授業者・生徒)</li> </ul>

3 評価規準と指導計画

(1) 授業実践① (中学1年 物質の姿と状態変化)

評価規準	知識・技能	状態変化に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けながら、基本的な概念や原理・法則を理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。				
	思考・判断・表現	状態変化について問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質や状態変化における規則性を見だして表現しているなど、科学的に探究している。				
	主体的に学習に取り組む態度	状態変化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。				
時程(次)	過程	学習活動	評価の観点			評価規準、評価方法等
			知	思	態	
第1時 ふれる・つかむ 第2時 追究する 第7時		溶けたロウを水にたらしたりドライアイスが気体になる動画を見たりして物質の状態変化について単元を通して追究する問題を見だし、課題を設定する。状態変化に伴って質量、体積が変化するか予想する。 <b>G</b>			●	状態変化に興味をもち、単元を通して追究したい問題を見だし記述している。 [記述分析・行動観察]
		ロウを凝固させる実験から状態変化の際、体積は変化するが質量は変化しないことを見いだす。状態変化の様子を粒子のモデルで表す。 <b>G T R</b>	●			状態変化の際に質量が変化しないことを粒子のモデルを用いて表すことができる。 [記述分析]
		液体のロウに固体のロウが沈むか浮くかについて考える。状態変化と質量、体積についてまとめ、水が例外であることを知り、それを証明する方法を考える。			○	状態変化のきまりを密度と関連付けて考え、固体のロウが液体のロウに沈む理由を記述できている。 [記述分析]
		水を加熱し続けた際の温度変化を調べてグラフを作成する活動を通して、状態変化が起こっている間は温度が変化しないことを理解する。また、場面に合わせて正しくグラフを作成できるようにする。 <b>G R S</b>	●			実験結果から状態変化の最中は温度が変わらないことを見いだしている。グラフのかき方を理解し、実験結果をグラフに表すことができている。 [行動観察・記述分析]
		エタノールが状態変化する時の温度を測定しグラフにかく。実験の様子を動画に撮影する。融点、沸点が物質を判断する手がかりになることを知る。 <b>G R</b>		○		融点、沸点が物質を判断する手がかりになることを理解し、温度によって物質がどの状態であるか判断できている。 [記述分析]
		既存の知識を基に赤ワインからエタノールを取り出す方法について仮説を立て、実験の見通しをもつ。 <b>G T</b>			○	赤ワインからエタノールを取り出す方法について、自分なりの仮説を立て、文や図で表現している。 [記述分析]
		温度を計りながら赤ワインを熱し、出てきた液体の性質を調べる。沸点の違いによって物質を分離できることを見だして理解する。 <b>G R S</b>		○		実験器具を正しく操作して実験を行い、仲間と協力して結果を記録している。 [記述分析・行動観察]
第8時 まとめ		状態変化について学んできたことを振り返り、日常生活と関連した事象と結び付けることで、学習してきた意義を見いだす。 <b>R</b>			○	端末に記録した実験の映像を視聴して、探究の過程を振り返った自分なりの感想をもっている。 [記述分析]

○…評定に用いる評価 ●…学習改善につなげる評価

(2) 授業実践② (中学3年 地球の運動と天体の動き)

評価 規 準	知識・技能	身近な天体の観察、実験などを通して、天体の動きと地球の自転・公転の仕組みを関連付けて理解するとともに観察記録や資料などを基に、太陽やその他の恒星、惑星の特徴を見いだして理解している。また、月や金星の見え方についてそれらの公転と関連付けて理解している。併せて、天体に関する観察、実験などの技能を身に付けている。					
	思考・判断・表現	地球と宇宙について、天体の観察、実験などを行い、その結果や資料を分析して解釈し、天体の運動と見え方についての特徴や基礎規制を見いだして表現している。また、探究の過程を振り返っている。					
	主体的に学習に取り組む態度	地球と宇宙に関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ようとしている。					
時程 (次)	過程	学習活動		評価の観点	評価規準、評価方法等		
		知	思	態			
第 1 時	ふれる・つかむ	天体の見え方について知っていることや疑問に思うことなどを確認し、興味・関心を高めるとともに、単元の学習課題をつかむ。 天体の位置の表し方を知る。 <b>G T</b>			●	天体の見え方に興味をもち、単元を通して追究したい問題を見いだし記述している。 [記述分析・行動観察]	
		(時間外) 太陽の動きを端末を使って早送り動画で撮影する。 <b>R</b>					
第 2 時 ～ 第 8 時	追究する	コンピュータシミュレーションを使って地球の自転と方位や時刻の関係を学ぶ。太陽の日周運動の観測方法を学ぶ。 <b>G T</b>		●		地球上における方位や時刻が自転によって変化していくことを理解している。 [記述分析]	
		透明半球に記録した太陽の軌道を分析して、太陽の日周運動のペースが変化するか等の課題を追究する。 <b>G</b>		○		太陽の観察方法を理解し、その結果を適切に記録している。[記述分析・行動観察]	
		赤道上や南半球での太陽の日周運動の軌道について自分なりの考えをもつ。コンピュータシミュレーションを使って原理を理解する。 <b>G</b>			○	赤道上や南半球での太陽の日周運動の軌道について、正しい考えをもつことができる。[記述分析]	
		天体の日周運動について、コンピュータシミュレーションを基に予想し、観察方法を確認する。 <b>G T</b>				●	天体の日周運動について自分なりの考えをもつことができる。[記述分析]
		地球モデルを活用して1年の中で星座の見え方がどう変化するか調べる。		●			地球モデルを使って星座の見え方が変化していくことを理解し、自分の言葉で表現できている。[記述分析]
		1人1台の端末を活用して季節が変化する理由を見いだす。 <b>G T S</b>				○	季節が変化する理由の二つを自分の言葉で表現できている。[記述分析]
		日光の当たる角度による温まり方の違いについて実験を行い検証する。太陽の南中高度の計算方法を追究する。 <b>G T</b>				○	春分、夏至、冬至の日本での太陽の南中高度の計算ができている。[記述分析]
第 9 時	まとめ	太陽の高度が変化することが生活とどう関わっているか話し合う。 練習問題に挑戦する。			○	自分たちが学んだことが日常生活に関わっていることを理解し、学びを生活に生かそうとしている。[記述分析]	

○…評定に用いる評価 ●…学習改善につなげる評価

## VI 研究の結果と考察

### 1 ガイダンスツールG【指導媒体】としての活用に関して

#### (1) 生徒がグラフのかき方を学ぶために使用した例（実践①第4時）

実験で得られたデータを基にグラフを作成する方法について各自に端末を使って学ばせた（図4）。授業の振り返りには、「自分のペースで学習ができた」、「動きがあって分かりやすかった」という記述が多かった。出来上がって

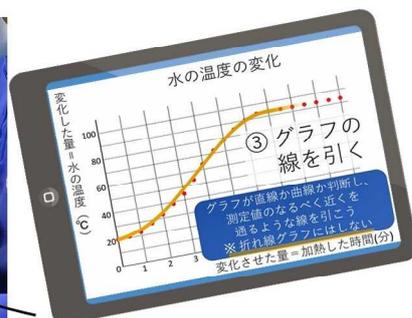


図4 二次元バーコードを使用する生徒と動画のイメージ

いく様子を見られることによる視覚的な見やすさ、感覚的な分かりやすさがあったと考えられる。また、実験後の作業であったため班ごとに取り掛かるタイミングが異なったが、一斉指導と違ってそれぞれのタイミングで視聴でき、流れを止めずに作業を続けられた点で時間の効率化にもつながったと考えられる。動画コンテンツの共有が可能になれば更にメリットは広がるはずである。

#### (2) 生徒が実験器具の設置方法を知るために使用した例（実践①第7時）

実験が連続する状態変化の単元では、それぞれ実験方法の説明動画を作成し、インターネットを介して二次元バーコードから動画を再生できるようにワークシートを構成した。どの班もそれぞれ1台の端末を利用し、協働して実験方法を確認していた。全体説明を省略し端末で実験方法の確認をしたことについて、生徒の振り返りの記述には「一斉指導で実験器具の設置方法を聞くよりも分かりやすかった」、「分

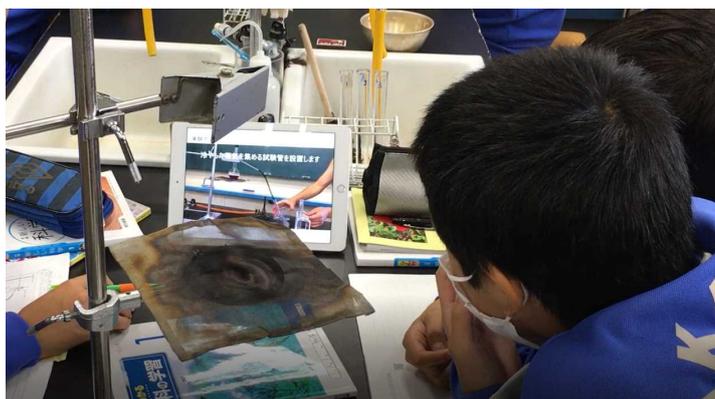


図5 端末を使って実験方法を確認する生徒

からなかったところを繰り返し視聴することができた」という好意的な意見が非常に多く記述されていた。授業後、数人の生徒にこの活用方法に関して感想を尋ねたところ、手元で見て細かい部分を確認できたことで準備がしやすかったという回答も得られた。本時の授業（図5）では赤ワインの蒸留を行う装置の設置に細かな注意点（ガスバーナーの火加減や凝結させた液体の回収方法など）が多かったが、手違いの見られた班はなく、全ての班で蒸留の実験に成功することができた。また、自分たちだけで進めることが可能になるとともに共通理解が必要な状況にもなったことで、自ら学ぶ姿勢で実験に取り組んでいた。これらの点がガイダンスツールとしての活用の効果と考えられる。

#### (3) 一人一人が学習内容を確認する場面で使用した例（実践②第7時）

地球の公転によって四季が生まれる理由を見いだす授業の最後に解説動画を視聴させた（図6）。この授業では教師による全体説明を一切行わず班での議論と数名の生徒の発表で進めたため、学習内容の正確さを担保するために動画を見て確認をする時間を設けた。1人1台の端末を使用したことで、自分の見たい部分を繰り返し見ることもでき、個別最適な学びにつながる使用方法であると考えられる。



図6 動画で学習する生徒

## 2 シンキングツール【思考媒体】としての活用に関して

### (1) 生徒が粒子のモデルをイメージするために使用した例（実践①第6時）

粒子領域の単元において重要な理科の見方は、粒子のモデルに代表される質的・実体的な視点である。エタノールを蒸留によって取り出す方法を立案する本時の授業では、アニメーション動画を使って水とエタノールを粒子のモデルで考えることをベースに思考させた。図7に一例を示したが、班での学び合いの後には23名中19名が仮説を立てることができ、うち14名については理にかなった方法を考え出していた。このことから、質的・実体的な見方を働かせることにつながったと考えられる。



図7 生徒が考えたエタノールの分離方法の案

### (2) 生徒が天体の日周運動や四季の原理について考える場面で使用した例（実践②第5時、第7時）

地球領域の単元において重要な時間的・空間的な視点は、特に天体の見え方などについて考える際に顕著である。中学校指導要領解説理科編でコンピュータシミュレーションを用いる工夫について言及されていることも踏まえ、アプリケーションや動画を活用する授業を行った。天体の日周運動や年周運動について学ぶ単元で行った実践②の第5時にはアプリケーションを使って天体の動きを再現し、日周運動について自分が立てた仮説について検証し、仮説の妥当性を検証した（図8）。生徒からは「分かりやすかった」「自分の手で星を動かして日周運動を確認できたので楽しかった」といった感想が聞かれた。また、同単元の第7時には端末に表示させた自転する地球の立体アニメーションを四つ並べて季節が変化する理由について班で議論したところ（図9）、全ての班で昼夜の長さがに違いがあることを見いだせていた。教師の解説を聞くだけの授業ではなく、自分たちで理科の見方を働かせて議論を行い、大切なことを見いだせたことが大きな成果であったと考えられる。生徒の感想では「タブレット端末を四枚並べて見ることで分かりやすかった」「一人で考えるのではなく、グループで考えることでたくさんの考えが出てきて今までよりも楽しく考えながら授業ができた」といった感想が聞かれた。このことから、端末を活用させることが時間的・空間的な視点で捉えることにつながったと考えられる。



図8 アプリケーションを使って天体の位置や動きを確認する生徒



図9 アニメーションを基に仮説を立てる生徒

### 3 レコーディングツールR【記録媒体】としての活用に関して

#### (1) 生徒が実験の様子を見やすくするために録画機能を使用した例（実践①第2時）

液体のロウを冷却して固体に変える実験でその様子を早送り動画で撮影した。

どのように変化していったかが分かりやすくなったので、良いと思う  
タブレットで撮影することで、どのように変化しているのか、  
変化の様子がとても分かりやすかった。

図10 早送り動画を使用したことについての生徒の感想

ロウの状態変化はゆっくりとした変化であるため見た目には変化の様子が分かりにくくても、早送り動画を見たことで変化の様子が分かりやすくなった。生徒の記述では、変化の様子が分かりやすかったという意見がほとんどであった（図10）。音を調べる実験でスロー動画を撮影したり、イオンの電気泳動の実験で早送り動画を撮影するなど、場面によって本時と同じような効果が見込まれる。

#### (2) 生徒が議論して実験の様子を録画した例（実践①第5時、第7時、第8時）

エタノールの沸点や加熱時間に伴う温度の変化の様子を調べる実験や赤ワインの蒸留実験などの際にその様子を録画させた（図11）。実験中、生徒たちが撮影の役割分担をしたり、すぐに振り返ったりするなど、自ら学ぶ姿勢が見られた。また、何を撮ればよいか、どの角度で撮るのが見やすいか議論する中で自然と実験の中で重要なポイントを焦点化している様子が見られた。このことは対話によって目的や仮説、結果の見通しを共有することにつなが



図11 焦点を絞って動画を撮影する生徒

ったと考えられる。他にも、次の授業の際、授業を欠席した生徒に班の仲間が動画を見せて説明している姿が見られた。実験の録画をしておくことには、互いに学習を補完する効果も期待できることが分かった。

#### (3) 生徒が学習のまとめに活用した例（実践①第8時）

単元の最後の授業ではまとめの一環としてこれまでに撮影した実験の動画を閲覧する時間を設けた。録画には班ごとに1台の端末を使用していたが、そのことにより動画を見ながら自然と生徒同士の会話が生まれ、実験の内容について振り返る様子が見られた。授業後の生徒の感想には、「後から自分たちの班がどのように実験していたかが分かる」「自分たちのしていたことが合っていたか間違っていたかが分かるし、記入を忘れても動画を見るだけで分かる」といった記述が目立った（図12）。

後から、自分たちの班がどのように実験していたかが分かるのでいいと思う。  
後から、自分たちでやった実験を復習として見られるので、いいと思う。  
自分達のしていることをかあっているか間違っているか分からず、  
記入を忘れていても動画をみるだけで分かる。  
始めて、終わりの差も見れる

図12 授業についての生徒の感想

12)。単元を通しての感想の中でも、動画で振り返ることを好意的に捉える意見がほとんどであった。3年生の重点である探究の過程を振り返る活動にも大きく役立つと考えられる。また、動画を共有して各自の端末に保存すれば家に持ち帰って見直すことも可能になり、個別最適な学びにもつながっていくだろう。

#### 4 シェアリングツールS【共有媒体】としての活用に関して

##### (1) 実験結果の入力と同時に各班の結果を共有した例（実践①第4時）



図13 実験中の様子

水を加熱して沸騰させる中でどのように温度が変化していくかを調べる実験(図13)で計測データをノートPCに入力させた(端末が導

温度が何度かを聞いて打ち込むと早い、即時にグラフができてくるといのが、分かりやすかった。

自分の列班が見てないから他の列班のの比べるといいが分かりづらくらいい。

他の班と比べることができたり、他の班と同じところを発見できたりするのでとても良いなと感じました。

図14 授業後の生徒の感想

入される前だったため今回の実践では代替としてノートPCを使用した)。入力と同時にグラフが自動作成されるようプログラムしておき、各班のデータが入力と同時に表示されるようにしておいた。結果の集約が早かったこととグラフができて見やすかったという意見が聞かれた。実験データの集約に係る時間の短縮、考える時間の確保という当初から見込んでいた成果が見られた一方、「〇班はもう80℃を超えてる」と、実験の進行と同時に他の班の状況と比較する生徒の様子が見られるなど、「結果を比較する」という理科の考え方を働かせる上でも有効であり、想定外の効果を発見することができた。単元の学習後の振り返りの中では、この授業のことを印象的だったと書いていた生徒が多く(図14)、全体で実験結果の同時編集ができたことは新鮮な体験であったと考えられる。

##### (2) 自分たちの考えを発表する際の道具として活用した例（実践②第7時）

季節が変化する理由について班ごとに仮説を立て、生徒が全体の前で紹介する際に端末の画面を大型モニターに投影して使用した(図15)。すぐに投影できることから時間の効率化につながっただけでなく、発表者が他者に伝えるための工夫をすることで、情報活用能力の育成という意味でも大きな成果があったと考えられる。

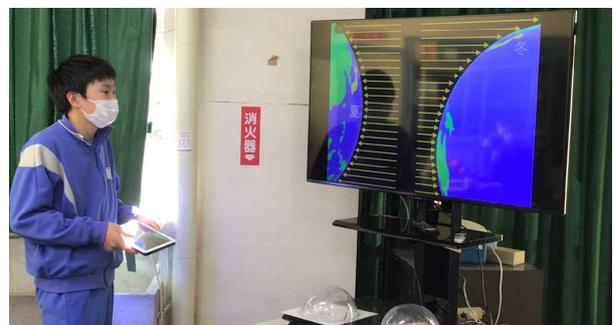


図15 端末を使って発表する生徒

#### 5 授業の中で端末を活用するための工夫

授業の中でICTを活用するかどうかは、ICTを使うことのメリットが準備に係る労力(コスト)を上回るかどうかによる。そこで、スムーズに生徒の端末で教材を表示できるようにすることが授業での端末活用の鍵の一つである。

### (1) インターネット動画サイトの活用

授業で扱う動画は、インターネット上に保存して生徒の端末からブラウザで閲覧するとスムーズである。動画投稿サイトを活用するといつでもどこからでもアクセスできるメリットが生まれる。動画を全世界に公開しているようなイメージをもたれやすいが、動画の設定を限定公開にすることでURLを知っている人にだけ公開することができる。一般的な動画サイトを使用するにはサイト上で自分のアカウントをもつ必要があるが、これは比較的簡単に開設ができる。メリットは、どの機種からでもアクセス可能なこととその操作性にある。一方で動画を再生した後に別の動画を紹介されてしまう場面があり授業進行上のネックになる。また、13歳以上でないと閲覧できないという規約があることもあり注意が必要である。別の方法として、自分のアカウントをもたなくても動画を投稿することができるサイトもある。一定期間で自動削除となるため削除する手間が省けるが、長い期間使いたい場合にはアカウントを取得して使用する必要がある。こちらには動画を視聴した後に別の動画の紹介が表示されないメリットもある。

### (2) 二次元バーコードの活用

動画投稿サイトへアクセスする汎用性のある方法として、二次元バーコードをワークシートに記載して、それを読み取らせる方法がある。二次元バーコードは文字列であるURLを変換したものであり、インターネット上の変換サイト（「二次元バーコード 作成」などと検索すればすぐに見つけられる）を活用すれば簡単に作ることができる。ワークシートに載せることで、家庭学習でも活用できるほか、県内のネットワークが繋がれば同一の教材をより多くの学校で活用できるようになり、今後、様々な教材を共有することが可能になるかもしれない。1年生の授業で初めて二次元バーコードを活用した際、ほとんど混乱はなかった。使ったことのない生徒もいたが、やり方を知っている生徒が多く、教え合いによって使い方は5分とかからず浸透した。

### (3) デジタルワークシートの活用

リンクを貼ったデジタルワークシートを作成し、生徒の端末に一斉配布することができれば、二次元バーコードを使うよりも簡単にワンタッチでの動画再生が可能になる。デジタルワークシートに記入ができるようになれば、授業時の机上をすっきりとさせ、学習の成果をデジタルで蓄積できるようになる。

## Ⅶ 研究のまとめ

### 1 成果

- ガイダンスツールの活用方法では、教師が話す部分を端末からの情報収集に変更したことで、生徒はそれぞれのニーズに合わせて情報を得ることができた。また、生徒の姿勢が「教えてもらう」から「自分で学ぶ」に変化したことで、より主体的な姿が見られた。教師の立ち位置が「指導する」から「支援する」に変化した側面もあり、きめ細かく生徒の様子を確認できたことで、正確かつ安全な実験の実施につなげることができた。
- シンキングツールの活用方法では、言葉ではうまく伝えられない事柄を示すことができ、理科の見方・考え方を働かせることにつながった。各自のペースで動画を見て考えたり、動画を基に生徒同士に対話が生まれたりして、学び合いの中で活用することができた。
- レコーディングツールの活用方法では、一度しかない瞬間を見逃さずに済んだり、時間軸を変えることで大きな実感を得られるものになったりした。また、何を録画するか話し合ったり、録画したものを見合ったりする中で対話が生まれるとともに、役割を分担して主体的に取り組む様子も確認できた。
- シェアリングツールの活用方法では、スムーズな情報の共有だけでなく、実験をしながら他の班のデータと比較することで結果の妥当性の検討や規則性の見だしにもつながった。また、視覚的な見やすさというICTの強みを生かすことができた。
- 理科の授業の中には生徒が端末を使うことで効果的、効率的に学習を進められる場面が多くあ

る。そうした場面を見極め状況に応じて適切に端末を活用していくことで探究の過程が充実し、主体的・対話的で深い学びの実現につなげていくことができることが分かった。

## 2 課題

- 本研究では生徒が端末を活用する方法を四つに類型化したが、文部科学省のWebページなどでは、インターネットを使って情報を収集するなど別の方法も紹介されており、場面に応じて柔軟に活用していく必要がある。
- 端末を活用した授業の感想の中に「タブレットを使えて楽しかった」といったものが散見された。これは、授業の内容そのものよりも端末を操作することに意識が向いてしまっていて、本来大切にすべき授業のねらいに生徒の意識が向いていない可能性があることを示している。機器の使用に慣れるまではある程度仕方ないことだが、端末の使用は、ねらいを達成するための手段であることを授業者が意識しておくことが重要である。中学校学習指導要領で示された情報活用能力の育成という面では端末の活用は有効であるが、使うことが目的にならないようにすることを忘れてはならない。
- 生徒に情報機器を使わせるためには教師がその操作方法を知らなければならない。端末の操作方法がOSのアップデートによって変化していくように、教師の側も柔軟にその変化に対応していくことが重要である。例えば、授業の中で生徒のノートを拡大提示して紹介する使い方を取り入れるなど、まずは教師の側で少しずつ試みてみる必要がある。併せて、校内研修で使い方を教え合う場を設定するなどし、効果的な使い方を共有していくことが大切であると考えられる。
- 学級全員の生徒が一斉にインターネット上の動画を再生しようとした際に、Wi-Fiの通信速度の関係で表示までに長い時間がかかってしまったケースがあった。ハード面での整備状況次第で端末がうまく機能しないことがあることも考えておく必要がある。

## VIII 提言

1人1台端末の導入に合わせて、多くの先生方に端末の活用に取り組んでいただきたい。今回ガイドンスツール、シンキングツールとして活用するために自作した動画教材は総合教育センターのWebページに掲載予定なのでご活用いただければ幸いである。しかし、本研究はICT活用的一端に過ぎず、この分野は今後も継続した研究が進んでいくものと考えられる。他教科を含めて研究が進み、成果を蓄積、共有していけば、端末を活用するための労力（コスト）をさげ、効果を高めることができるだろう。一人一人の教員がもてる力を新たな側面で結集していく時代がくるのではないだろうか。

### <参考文献>

- ・文部科学省 『中学校学習指導要領解説理科編』 (2018)
- ・文部科学省 『GIGAスクール構想の実現へ』 (2020)
- ・文部科学省 『理科の指導におけるICTの活用について』 (2020)
- ・群馬県教育委員会 『はばたく群馬の指導プランⅡ』 (2019)
- ・群馬県教育委員会 『令和2年度 学校教育の指針』 (2020)
- ・文部科学省 『各教科等の指導におけるICTの効果的な活用に関する参考資料』 (2020)
- ・堀田 龍也 赤坂 真二 谷 和樹 佐藤 和紀 著 『子どもも教師も元気になる「これからの教室」のつくりかた』 学芸みらい社 (2019)

### <担当指導主事>

林 和弘 小野 智信